

Mika Peuralahti

Lukulaitteen määrittely

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Mediatekniikan koulutusohjelma
Insinöörityö
23.5.2012

Tekijä Otsikko	Mika Peuralahti Lukulaitteen määrittely
Sivumäärä Aika	43 sivua 23.5.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	graafinen tekniikka
Ohjaajat	teknologiapäällikkö Kronlund Jonas lehtori Alm Olli
<p>Insinööriytyön tarkoituksena oli langattoman lukulaitteen määrittely. Tavoitteena oli tehdä tilaajayritykselle määritelmä lukulaitteesta, jonka hinta on asiakkaalle kilpailukykyinen ja joka on lukukokemukseltaan hyvä. Vastaavanlaista määrittelyä ei ollut yrityksessä ennen tehty. Insinööriytyö rajattiin koskemaan langattomia lukulaitteita ja niihin liittyviä tekniikoita. Aihe on ajankohtainen sähköisten lukulaitteiden yleistyessä.</p> <p>Työlle oli tarvetta, koska tulevaisuudessa yrityksen sähkökirjapalvelua saatetaan laajentaa brändätyllä lukulaitteella. Jotta tilaajayritys pystyy tuottamaan itse tai alihankkijalla lukulaitteen, siihen tarvitaan määritelmä. Lukulaitteen määritelmä toteutettiin tutkimalla markkinoilla olevaa teknologiaa ja haastatteleamalla alan asiantuntijoita. Lopputuloksena syntyi määritelmä jonka perusteella pysytään tilaamaan brändätty lukulaite.</p> <p>Työssä ilmeni, että tarvetta lukulaitteelle on, mutta markkinat ovat vielä pienet ja oikeaa kohderyhmää on hankala tavoittaa. Tämän vuoksi erilaisia tekniikoita ei ole vielä paljon tarjolla. Työn tuloksena syntyi määritelmä lukulaitteesta, joka on tällä hetkellä hintalaa-tusuhteelta paras mahdollinen. Määritelmää on kuitenkin syytä tarkastaa muutaman vuoden päästä uusien tekniikoiden kehittyessä.</p>	
Avainsanat	lukulaite, sähköinen kirja, e-paperi

Author Title	Mika Peuralahti Defining a reading device
Number of Pages Date	43 pages
Degree	Bachelor of engineering
Degree Programme	Media engineering
Specialisation option	Printing technology
Instructors	Jonas Kronlund, Technology Manager Olli Alm, Lecturer
<p>The purpose of this final year report is to define a wireless e-reading device. The objective was to define an e-reader to a client company which is both competitively priced and offers a good reading experience. Such definition is the first of its kind within the company. The final year report was limited to involve wireless e-reader devisees and techniques related to them. The subject is current as e-readers are becoming more popular.</p> <p>There is a demand for this final year report because the e-book reader services provided by the company may be expanded with a branded e-reader. Before being able to produce an e-reader for the customer either by the company itself or by a subcontractor, the product needs to be defined. The definition for the e-reader was a produced by studying the technology on sale and by interviewing experts. The end result was a definition that can be used when ordering a branded e-reader.</p> <p>In the final year report it became apparent that there is a need to have a branded e-reader but the current market is small and it is difficult to reach the focus group. Because of this there is a small range of techniques used in e-readers The final year report gives a definition of an e-reader which is the best in the ratio of price to quality. Nonetheless the definition should be reviewed after a few years as technology progresses.</p>	
Keywords	e-reader, e-book, e-paper

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Elisa Oyj ja Elisa Kirja	2
2.1	Elisa Oyj	2
2.2	Elisa Kirja -palvelu	3
3	Sähköinen kirja	6
3.1	Sähköisen kirjan historia	6
3.2	E-kirjojen tiedostomuodot	7
3.3	E-kirjojen suojaus	9
4	Sähköisen kirjan lukualustat	11
4.1	Lukualustat	11
4.2	Lukualustojen näyttötekniikat	14
4.3	Käyttötekniikat	19
4.4	Suoritintekniikka ja muisti	22
4.5	Langaton internet-yhteys	25
4.6	Lisävarusteet	26
5	Lukulaitteen määrittely	32
5.1	Navigointitekniikat	32
5.2	Tekninen kokoonpano	35
6	Johtopäätökset ja tulevaisuus	41
	Lähteet	43

1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on määritellä tilaajayritykselle, Elisa Oyj:lle, langaton lukulaite, jonka hinta on kilpailukykyinen. Lukulaitteen tulee olla lukukokemukselta ja hintalaatusuhteelta hyvä. Työ on rajattu koskemaan langattomia lukulaitteita, joissa käytetään e-muste-näyttötekniikkaa. Vertailun vuoksi työssä on kuitenkin esitelty vaihtoehtoisia näyttötekniikoita.

Insinööriyössä määritellään teknisiltä ominaisuuksiltaan hyvä langaton lukulaite. Tarkoituksena on määritellä langaton lukulaite, jonka hinta pysyy tavoitteessa asetetun hinnan alapuolella. Lopputuloksena syntyy laitemäärittäminen, jonka avulla voidaan tilata laitevalmistajalta langaton lukulaite.

Insinööriyöraportissa käydään lisäksi läpi vaatimukset, joita lukulaitteelta halutaan, ja selvitetään olemassa olevat teknologiat. Tarkoituksena on käydä läpi langattomia lukulaitteita ja niihin liittyviä tekniikoita sekä muita niihin liittyviä asioista, kuten sisällön suojausta. Tämä osio perustuu pääosin verkkolähteisiin, asiantuntijahaastatteluihin ja opinnäytetyön tekijän omiin havaintoihin. Lopussa käydään myös läpi tulevaisuuden näkymiä.

Työskentelen Elisa Oyj:ssä ja valitsin aiheen, koska se on erittäin ajankohtainen yrityksen kannalta. Vastaavanlaista määrittelyä ei ole yrityksessä ennen tehty.

2 Elisa Oyj ja Elisa Kirja

2.1 Elisa Oyj

Insinööriyön toimeksiantaja on Elisa Oyj. Se on palvelu- ja teleoperaattori, joka tarjoaa palveluita, lankaliittymiä ja mobiililiittymiä. Elisa Oyj on julkinen osakeyhtiö, Helsingin Pörssissä noteerattu tietoliikenteen kokonaispalveluja ja -ratkaisuja tarjoava konserni. Elisan perusti vuonna 1882 Daniel Johannes Wadén. Liiketoiminta kotimaassa muodostuu neljästä yksiköstä: Yritysasiakkaat, Henkilöasiakasyksikkö ja Tuotanto ja Tukitoiminnot (kuva 1).



Kuva 1. Elisan organisaatio [1].

Elisa palvelee noin 2,2 miljoonaa kuluttaja-asiakasta, yritysasiakasta ja julkishallinnon asiakasta. Se on 3G-verkon markkinajohtaja Suomessa. Elisa tarjoaa myös 4G-verkkoa. Elisassa työskentelee 3 750 työntekijää, ja liikevaihto vuonna 2011 oli 1,53 miljardia euroa. Elisalla on neljä tärkeää arvoa: asiakaskeskeisyys, vastuullisuus, uusiutuminen ja tuloksellisuus.

Elisan liiketoiminta koostuu kuluttajille, yrityksille ja julkishallinnoille tarjottavista palveluista ja tuotteista. Sen vahvuutena on markkinajohtajuus mobiiliverkossa ja vahvat brändit – palvelupuolella Elisa ja liittymäpuolella Saunalahti.

Kuvassa 2 on eritelty kaikki Elisan tarjoamat palvelut henkilö- ja yritysasiakkaille. Insi-
nööritetyöni tehdään Elisa Kirja -palvelulle.



Kuva 2. Elisan palvelut.

2.2 Elisa Kirja -palvelu

Elisalla on monia palveluita henkilö- ja yritysasiakkaille. Tässä luvussa käyn läpi vain Elisa Kirja -palvelun, koska vain se on oleellinen työn kannalta.

Elisa Kirja on palvelu, joka palvelee lähinnä henkilöasiakkaita. Se tarjoaa asiakkailleen ilmaisia ja maksullisia sähkö- ja äänikirjoja. Elisa Kirja tarjoaa myös sovelluksen Android-laitteille ja Applen iPad- ja iPhone-laitteille. Sovellus mahdollistaa sähkö- ja äänikirjojen virtuaalisen kirjanhyllyn, joka on aina palvelun käyttäjien saatavilla.

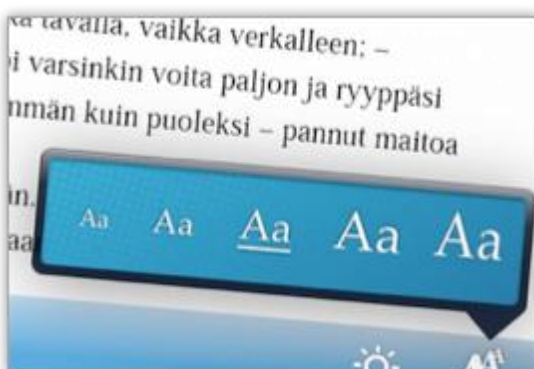
Palvelu tarjoaa useiden kustantajien sähköisiä ja äänikirjoja. Elisa Kirja on tällä hetkellä suurin suomenkielisten ePub-muodossa olevien sähkökirjojen tarjoaja maailmassa. Sen sähkökirjat ovat ePub-muodossa. ePubista kerron lisää luvussa 3.2. Elisa Kirja on myös maailman suurin suomenkielisten äänikirjojen tarjoaja. Äänikirjat ovat mp3-muodossa, ja niitä voi kuunnella Elisa Kirja -sovelluksella, MP3-soittimella ja matkapuhelimella, jossa on MP3-soitin. Elisa Kirjassa on suomenkielisten sähkökirjojen lisäksi englannin- ja ruotsinkielisiä sähköisiä kirjoja. Äänikirjoja on saatavilla suome kielen lisäksi ruotsin kielellä.

Jos käyttäjä hankkii äänikirjan, hänen ei tarvitse odottaa äänikirjan latautumista loppuun, vaan äänikirjan kuuntelemisen voi aloittaa heti, sillä äänikirja jatkaa latautumista taustalla samalla (kuva 4), kun käyttäjä kuuntelee kirjaa.



Kuva 4. Kirjojen latautuminen kirjahyllyyn.

Sovelluksella luetaan kirjaa valikoimalla haluttu kirja kirjahyllystä. Sovelluksessa on mukava lukea sähköistä kirjaa, sillä siinä pystyy tarvittaessa vaihtamaan kirjasinkokoa suuremmaksi tai pienemmäksi (kuva 5). Käyttäjä pystyy myös asettamaan kirjanmerkkejä haluamiinsa kohtiin.



Kuva 5. Kirjainkoon muuttaminen.

Sovelluksessa on myös helppo kuunnella ostamaansa äänikirjaa. Käyttäjän ei tarvitse tietää äänikirjan formaatista mitään, vaan hankinnan jälkeen käyttäjä avaa äänikirjan kirjahyllystään ja alkaa kuunnella sitä sovelluksen omalla äänikirjasoittimella (kuva 6). Soittimella on helppo hyppiä kappaleista toisiin kappaleisiin ja tehdä kirjanmerkkejä haluttuihin kohtiin.



Kuva 6. Äänikirjasoittimen painikkeet.

3 Sähköinen kirja

3.1 Sähköisen kirjan historia

Vuonna 1971 yliopisto-opiskelija Michael Hartilla keksi siirtää kirjat digitaaliseen muotoon. Ensimmäinen kirja, jonka hän siirsi tietokoneelle digitaaliseen muotoon, oli Yhdysvaltain itsenäisyysjulistus. Heti tämän jälkeen hän aloitti Gutenberg-projektin, joka vielä tänäkin päivänä tarjoaa digitaalisessa muodossa ilmaiseksi tuhansia eri teoksia. Suurin osa kirjoista on vapaasti levitettäviä, mutta projektissa on myös jonkin verran tekijänoikeuden suojaamia teoksia. [2.]

Ensimmäiset sähköiset kirjat eli e-kirjat ilmestyivät kuluttajille vuosina 1998–2000, jolloin Booken julkaisi Cybook-lukulaitteen ja Microsoft Reader eBook-kaupan. Samaan aikaan markkinoille tuli myös Rocket eBook ja the Softbook. Sähköisiä kirjoja ei juuri-kaan myyty vielä seuraavaan kymmeneen vuoteen, vaikka teknologian osalta olikin otettu askel eteenpäin. Yksi syy tähän olivat kustantajat, joiden mielestä sähköiset kirjat kiinnostaisivat vain pientä asiakaskuntaa ja jotka eivät tästä syystä halunneet antaa lisenssejä julkaisemiinsa kirjoihin. Suurin ongelma olivat kuitenkin lukulaitteet ja niiden puute. Markkinoilta puuttui tässä vaiheessa kokonaan asiakkaita houkutteleva kannettava lukualusta, jolla sähköisten kirjojen lukeminen olisi helppoa ja vaivatonta. Kustantajat eivät uskoneet, että kukaan lukisi sähköistä kirjaa pöytätietokoneelta tai edes kannettavalta tietokoneelta. Lukukokemus kärsisi liikaa.

Bookenin julkaisema Cybook oli lähellä markkinoilla kaivattua laitetta, mutta sekin oli aivan liian kömpelö ja kallis verrattuna tämän päivän lukualustoihin. Käyttäjiä Cybookin laitteelle ei ollut tarpeeksi, jotta se olisi voinut luoda massamarkkinat sähköisten kirjojen osalta. Laitetta oli arvioitu myytäväksi satatuhatta kappaletta maailmanlaajuisesti. Sähköiset kirjat ja lukulaitteet eivät juuri kiinnostaneet ihmisiä 2000-luvulla. [3.]

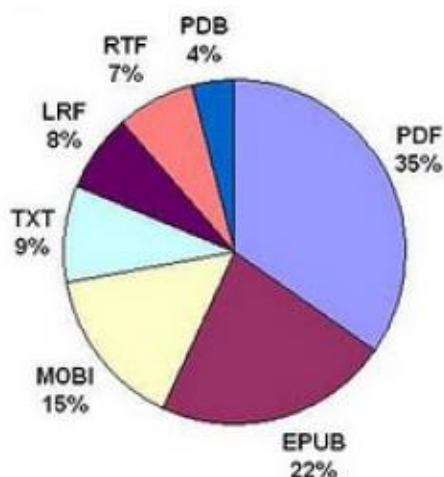
Vuosien mittaan markkinoille on tullut paljon uusia laitevalmistajia, joista suurimpia ovat Amazon, Sony ja Booken. Tällä hetkellä kansainvälisesti suurin sähköisten kirjojen myyjä on amerikkalainen yritys Amazon. Kotimaisista yrityksistä Elisa, Suomalainen kirjakauppa ja Akateeminen kirjakauppa tarjoavat sähköisiä kirjoja ja Akateeminen myös oman laitteen. Ensimmäinen julkisesti ladattava suomenkielinen sähköinen kirja oli Kalevala, joka on ollut saatavana digitaalisessa muodossa vuodesta 1994.

Nykypäivänä sähköisten kirjojen tarjonta on yleistynyt ja niistä on tullut suosittuja. Varsinaisia sähköisille kirjoille tarkoitettuja lukulaitteita on markkinoilla runsaasti, mutta ne eivät ole kohdanneet kuluttajia, vaan suosituimmaksi lukualustaksi ovat muodostuneet erilaiset tabletit. [3.]

3.2 E-kirjojen tiedostomuodot

Sähköinen kirja on digitaalisessa muodossa oleva kirja. Sitä voidaan lukea siihen tarkoitettulla lukulaitteella, joita voivat olla matkapuhelin, tietokone, tabletti tai elektroninen lukulaite.

Sähköisiä kirjoja voi olla monessa eri formaatissa, joista yleisimmät ovat PDF, ePub ja MOBI (kuva 7). PDF on edelleen käytetyin formaatti, ja ePub tulee hyvänä kakkosena. MOBI on näistä kolmesta vähiten käytetty.



Kuva 7. Suosituimmat e-kirjaformaatit vuonna 2010 [4].

PDF tulee sanoista Portable Document Format. PDF pohjautuu PostScript-kieleen. PDF on siirrettävä tiedosto ja ohjelmistoriippumaton. Ohjelmistoriippumattomuudella tarkoitetaan tässä tapauksessa sitä, että tiedoston voi siirtää esimerkiksi painotalon asiakkaan koneelta painotalon tietokoneelle, eli PDF:a ei tarvitse avata sillä ohjelmalla, jolla se on luotu. Fontit, grafiikka ja julkaisun taittoasetukset pysyvät tiedostossa, vaikka se on siirretty koneelta toiselle koneelle. Koneet voivat olla erilaisia, tai niissä voi olla erilaiset käyttöjärjestelmät. [5.] Yksi tärkeimmistä syistä PDF:n nopeaan yleistymiseen on Adoben loistava idea jakaa ilmaiseksi Acrobat Readeria, jolla tätä formaattia pystyy lukemaan.

ePub tulee sanoista Electronic Publication. Se on avoin tiedostoformaatti, jonka standardia ylläpitää IDPF (International Digital Publishing Forum). ePub perustuu ZIP-pakkausformaattiin ja toimii yhtenäisenä tiedostona, jonka sisällä on XML-tyylitiedosto. XML-tyylitiedosto sisältää kirjan tekstin ja tyylin. ePub soveltuu hyvin laitteille, joiden kuvasuhde ja kuvaruudun koko eroavat, koska sen teksti on helposti juoksutettavaa. ePub on kevyt formaatti, joka ei vaadi paljon suoritustehoa laitteelta, ja siksi kirjan sivujen selaaminen ja navigointi on nopeaa. Suurin osa lukulaitteista tukee ePub-formaattia. ePub on melko työläs toteuttaa, koska sille ei ole vielä valmistettu hyvää taittotyökalua. Tämän takia suurin osa ePubeista valmistetaan kirjoittamalla kirjan teksti suoraan XML-tiedostoon. Tämä taas vaatii paljon koodausosaamista. ePubilla on myös vaikea saada aikaan isoja taulukoita, ja myös pitkät sanat saattavat tuottaa ongelmia, varsinkin ePub 2:lla. ePub-standardia ei pitkään aikaan kehitetty, kunnes vuonna 2011 julkaistiin uusi ePub-versio 3.0.

ePub 3 -formaatti mahdollistaa rikkaan sisällön. Rikkaalla sisällöllä tarkoitetaan liikkuva kuvaa, ääntä eli multimediaa. Markkinoilla on kuitenkin paljon huonosti toteutettuja ePub-kirjoja juuri osaamattomuuden takia. [6.]

MOBI on kolmanneksi käytetyin e-kirjaformaatti, joka on tekniikaltaan lähes samanlainen kuin Amazonin kehittämä e-kirjaformaatti .azw [7]. Samanlaisuus johtuu siitä, että Amazon osti MOBI-formaatin sen kehittäneeltä ranskalaiselta Mobilepocket-yritykseltä vuonna 2005. Teknisesti MOBI-formaatti perustuu ePubin tavalla XML-tiedostorakenteeseen, joka näytetään HTML:n avulla. MOBILLA on kaksi erilaista tiedostopäätettä, .mobi ja .prc. [7.]

3.3 E-kirjojen suojaus

Yleisimmät e-kirjan suojausmenetelmät ovat DRM ja vesileimaus. Näiden lisäksi mielestään suojaukseksi myös alustatason suojaus, jolla tarkoitetaan sitä, että tiedostot eivät leviä sovelluskerroksesta ulos. Tämä on mahdollista toteuttaa silloin, kun sisällön tuottaja omistaa koko prosessin julkaisusta käyttöliittymään. Alustatason suojaus ei ole vielä yleistynyt niin paljoa kuin edellä mainitut, mutta Amazon Kindle ja Apple ovat kuitenkin tunnettuja tämän suojausmenetelmän käyttäjiä.

DRM

DRM eli Digital Rights Management tarkoittaa suomennettuna digitaalista käyttöoikeuksien hallintaa. Sen avulla saadaan sähköiselle kirjalle kopiointisuojaus, joka estää luvattoman kopioinnin ja levityksen. DRM:n avulla pystytään määrittelemään, kuinka monen laitteeseen kirjan voi ladata, voiko sitä tulostaa ja jos voi, kuinka monta kertaa. Näin saadaan sähköiseen kirjaan asetettua erilaisia rajoitteita. Kustantajat yleensä haluavat julkaisemilleen sähköisille kirjoille DRM-suojauksen. Adoben DRM:lla suojatut kirjat vaativat Adoben Digital Editions (ADE) -lukusovelluksen, joka on samalla tiedonsiirto-ohjelma. Ohjelma on Flash-pohjainen ja toimii kaikissa tietokoneissa, joissa on Flash-tuki.

Lukulaitteet tarvitsevat myös Adobe-yhteensopivuuden, jotta Adobe DRM -suojatut tiedostot voidaan avata lukualustassa. Yhteensopivuudella tarkoitetaan sitä, että kytettäessä laite tietokoneeseen Adoben Digital Editions -ohjelma tunnistaa lukulaitteen. ADE:n kautta tulee siirtää kaikki Adobe DRM -suojatut sisällöt lukualustaan. ADE luo yleensä lukualustaan "Digital Edition" -kansion, jonne ilmestyvät kaikki Adoben DRM-suojatut tiedostot. Jotkin lukualustat tukevat Adobe Mobile DRM:a, joka mahdollistaa OTA (over the air) -latauksen Adobe-suojatuille tiedostoille. Tällöin ei tarvita ADE:a kirjojen siirtämiseen, koska lukulaite tekee tarkistuksen OTAna. [8.]

Jotta käyttäjä voi lukea Adobe DRM -suojattua sisältöä, hänellä pitää olla ADE:n lisäksi Adoben DRM-tunnus, jonka voi rekisteröidä Adoben sivuilta.

Jos käyttäjä haluaa ladata lukulaitteella suoraan verkosta kirjoja, joissa on Adobe DRM -suojaus, tulee lukulaitteessa olla Adoben Mobile DRM -tuki, jotta lukulaite voi varmistaa Adoben palvelimelta, onko käyttäjällä oikeus käyttää sisältöä. Yhden Adobe DRM -tunnuksen voi asentaa samanaikaiseen käyttöön kuuteen eri päätelaitteeseen. Käyttäjän hankkimaa Adobe-suojattua sisältöä voidaan siis käyttää samanaikaisesti kuudessa eri päätelaitteessa.

Vesileimaus

Vesileimaus yleistyy tulevaisuudessa tapana suojata digitaaliset teokset. Vesileimauksen ideana on piilottaa tiedostoon asioita, joita käyttäjä ei havaitse käyttäessään vesileimauksella suojattua tiedostoa. Esimerkiksi ääneen voidaan piilottaa ylimääräinen ääniraita, jota ihmisen korva ei kuule, tai voidaan piilottaa sähköiseen kirjaan kuva tai kuvio tai merkitä erilaisia merkintöjä kirjan sivuille niin, että ne uppoavat tekstiin eikä lukija niitä huomaa. Vesileimauksen etuna on, että sitä ei tarvitse purkaa ennen tiedoston käyttöönottoa, kun taas DRM-suojatut tiedostot ovat aina salattuja ja ne pitää purkaa ennen käyttöönottoa.

Vesileimaus toimii käytännössä niin, että jos joku levittää tekijänoikeudella suojattua tiedostoa esimerkiksi internetin välityksellä, pystytään teoksesta katsomaan vesileimauksen perusteella, kuka on teoksen omistaja. Tällöin voidaan kohdistaa teoksen omistajaan epäilyt laittomasta levityksestä. [9.]

Suomessa kustantajat eivät halua suojata omia teoksiaan vesileimauksilla, koska ne eivät ole vakuuttuneita sen pitävyydestä. Ruotsissa taas ruotsalainen sähköisten kirjojen välittäjä Elib julkaisee kaikki kirjat vesileimaussuojauksella.

Myös Suomessa kustantajat ovat alkaneet ymmärtää, kuinka helppoa on laittomasti purkaa DRM-suojattu tiedosto. Googlen hakukone tarjoaa oikeilla hakusanoilla ohjeet DRM-suojauksen ohittamiseen. Hyvin tehty vesileima taas voi olla erittäin vaikea purkaa. [10.]

Toinen syy siihen, että kustantajat Suomessa siirtyvät DRM-suojauksesta vesileimaan, on DRM:n vaikeakäyttöisyys loppuasiakkaalle. DRM-suojauksen yhteydessä asiakas joutuu aina olemaan myös kolmannen osapuolen kanssa asiakassuhteessa. Loppukäyttäjä joutuu aina luomaan asiakassuhteen DRM-suojauksen tarjoavan yrityksen kanssa, jotta saa siltä tarvittavat välineet DRM-suojatun tiedoston avaamiseen.

4 Sähköisen kirjan lukualustat

4.1 Lukualustat

Tällä hetkellä suosituimmat lukualustat sähköisille kirjoille ovat tietokone, elektroninen lukulaite, tabletit ja älypuhelimet (kuva 8). Niistä vähiten käytetty on varsinainen elektroninen lukulaite. Elektronisessa lukulaiteessa on yleensä mustavalkoinen vahvan kontrastin näyttö. Suosituin alusta taas ovat älypuhelimet, vaikka niistä on kaikkein epämiellyttävien lukea niiden pienen näytön takia. Älypuhelimien suosio on kasvanut räjähdysmäisesti vuodesta 2007, jolloin Apple julkaisi iPhone-älypuhelimien ja Google julkaisi Android-käyttöjärjestelmän älypuhelimelle. [3.]

Worldwide Shipments Major Categories of eReading Device (Millions)						CAGR
	2011	2012	2013	2014	2015	
PCs	328	346	361	377	397	4.9%
Netbooks	38	37	35	34	30	-5.3%
eReaders	16	18	21	23	24	11.5%
Media Tablets	45	77	129	189	238	51.7%
Smartphones	330	389	456	528	602	16.2%
Total:	756	866	1,002	1,151	1,292	

Kuva 8. Arvio sähköisten kirjojen laitetyyppien lukumääristä vuosina 2011–2015 [3].

Älypuhelimet ja tabletit ovat nopeimmin kasvava alue kuluttajien elektronisessa käyttäytymisessä. Tabletit ovat tulleet mahdollisiksi älypuhelinien räjähdysmäisen kasvun takia, koska tabletit käyttävät samanlaisia komponentteja kuin älypuhelimet. Näin komponenttien valmistamiseen ei kulu paljoa rahaa, koska samoja komponentteja voidaan käyttää myös älypuhelimissa. Tämä taas tuo tablettien hinnat lähemmäksi kuluttajia. Tämä älypuhelinien ja tablettien suosion nopea kasvu on myös auttanut pienemmän asiakassektorin elektronista lukulaitetta, koska siinä käytetään osin samoja komponentteja kuin tableteissa ja älypuhelimissa, kuten mikroprosessoria, muistia ja akkuja. [3.]

Tietokoneet olivat ensimmäisiä sähköisten kirjojen lukuvälineitä. Nykyäänkin suurin osa sähköisistä kirjoista haetaan tietokoneella, mutta siirretään tietokoneelta lukulaitteeseen. Harvoin enää luetaan kokonaista kirjaa tietokoneella. Tietokonetta käytetään yleensä dokumenttien lukemiseen. Tietokoneella tulee yleensä ongelma silmien väsymisen kanssa, koska tietokoneen näytössä on todella vahva taustavalo.

Elektroninen lukulaite

Elektroniset lukulaitteet on suunniteltu sähköisten kirjojen lukemiseen. Ensimmäiset lukulaitteet olivat the Softbook, Rocket ebook ja Cybook, jotka ilmestyivät vuonna 1998. Laitteet näyttävät hyvin samanlaisilta kuin nykyajan elektroniset lukulaitteet, mutta tekniikaltaan ne ovat kömpelöitä nykyisiin verrattuina. Laitteissa oli pieni muisti, joka riitti noin kymmenelle kirjalle. Laitteet olivat suoritustehoiltaan hitaita, eikä niihin saanut kuvia tai musiikkia. Myös sisällön tuki oli rajoittunut. Laitteet olivat kalliita verrattuna nykypäivän hintaan. [3.]

Elektronisella lukulaitteella saadaan silmille paras lukukokemus. Paras lukukokemus saadaan yleensä silloin, kun pystytään jäljittelemään mahdollisimman paljon sitä, miltä aito muste näyttäisi paperilla. Elektroniset lukualustat käyttävät yleensä e-ink-teknologiaa, joka on kehitetty MIT:n (Massachusetts Institute of Technology) laboratoriossa. MIT:n laboratoriosta on sittemmin perustettu vuonna 1997 yritys nimeltä e-ink Corporationin, joka on alkanut kehittää e-ink-teknologiaa ja valmistaa e-ink-teknologialla varustettuja näyttöjä.

E-ink Corporationin e-ink-teknologiaan perustuvan elektronisen mustenäytön tuotenimi on e-ink. Monesti teknologia ja tuote sekoitetaan keskenään. [11.]

Tabletit

Tabletilla tarkoitetaan taulutietokonetta. Tabletit ovat kosketusnäytöllisiä, ja niitä ohjataan sormella tai kynällä koskettaen. Tabletti toimii ilman hiirtä ja näppäimistöä. Moiniin tabletteihin on kuitenkin mahdollista saada hiiri ja näppäimistö. Tabletti on periaatteessa kuin iso älypuhelin, koska se on toiminnoiltaan samanlainen ja monilla tableteilla voi jopa soittaa GSM-puheluita. Tablettia ei ole kuitenkaan suunniteltu käytettäväksi puhelimenä, vaan tabletin käyttöajatus on toimia tilanteissa ja työtehtävissä, joihin kannettava ei sovellu yhtä hyvin. Tabletin akun kesto on huomattavasti suurempi kuin useampien kannettavien tietokoneiden. Tämä johtuu virrankulutuksen hyvästä optimoinnista. Suurin osa tabletin käyttäjistä on hankkinut sen viihdekäyttöön.

Ensimmäisen tabletin esitteli vuonna 2000 COMDEX-tapahtumassa Microsoft. Se esitteli prototyyppiä tulevasta tabletista, jossa toimi käyttöjärjestelmänä Windows XP. Silloin tabletin ajatuksena oli toimia elektronisena muistiinpanovälineenä. Tabletti sisälsi "kynän", jolla pystyi näyttöön koskettamalla piirtämään tai kirjoittamaan asioita. Tämä idea ei kuitenkaan koskaan saanut kuluttajia kiinnostumaan. Edes tänä päivänä Microsoftin käyttöjärjestelmään perustuvat tabletit eivät ole kuluttajien suosiossa, sillä niitä myydään hädin tuskin kaksi miljoonaa vuodessa maailmanlaajuisesti.

Tunnetuimmat tabletit ovat Applen iPad ja Samsungin Galaxy Tab. Tabletteja ei ole varta vasten suunniteltu sähköisten kirjojen lukemiseen vaan enemmänkin nettisurffailuun ja videoiden katseluun. Näyttötekniikan vuoksi tabletti ei sovellu parhaiten kirjojen lukemiseen. Tableteissa käytetään LCD-näyttöä, jossa on taustavalo. Se rasittaa silmiä, mikä saa silmät tuntumaan väsyneiltä. Myös auringonvalossa on todella vaikea lukea sähköistä kirjaa tabletilta, koska auringonvalo heijastuu näytöltä takaisin. Tämä taas aiheuttaa sen, että näytöstä ei enää näe mitään, koska auringonvalo on kirkkaampi kuin laitteen näytön taustavalo. Laitteen näyttötekniikkahan perustuu tuohon taustavaloon. Tableteissa käytetään kirkkaita näyttöpinnoitteita, jotta kuvat ja värit näyttäisivät hyviltä.

Helsingin Sanomat järjesti joulukuussa 2010 kilpailun, jossa etsittiin sopivinta nimeä tabletille. Helsingin Sanomien kilpailun voitti nimi "sormitietokone", jota oli äänestänyt 11 900 lukijaa. [12.]

Älypuhelimet

Vuonna 2001 älypuhelimien markkinat olivat suppeat. Nokia oli ensimmäinen ja suurin älypuhelimien kehittäjä 2000-luvun alussa. Nokian ensimmäiset älypuhelimet olivat 9000-sarjan kommunikaattoreita, jotka olivat suosituimpia yritysten kuin tavallisten kuluttajien käytössä. Nokian 9000-sarjan kommunikaattorit tarjosivat rajoittunutta sähköisten kirjojen tukea liittyen kommunikaattorin sovelluksiin. Rajoittuneisuus johtui siitä, että Nokia oli halunnut tehdä älypuhelimista enemmän pikkuisia kannettavaa muistuttavaa laitteita kuin sähköisten kirjojen lukulaitteita. [3.]

Nykyiset älypuhelimet ovat toiminnoiltaan samanlaisia kuin nykyiset tabletit. Huomattavin ero onkin koossa. Kaikissa tableteissa ei ole GSM-puheluiden mahdollisuutta, kun taas kaikissa älypuhelimissa on. Älypuhelimiksi luetaan yleensä sellaiset puhelimet, joissa on graafinen käyttöliittymä, kosketusnäyttö, mukautettava sovellusvalikko ja internetyhteys.

Älypuhelimella lukukokemus ei ole hyvä. Tämä johtuu siitä, että yleensä puhelimissa on todella pieni näyttö eikä tekstiä mahdu kerralla riittävästi ruutuun. Älypuhelimissa on myös sama taustavalo-ongelma kuin tableteissa. [13.]

4.2 Lukualustojen näyttötekniikat

Näyttötekniikalla tarkoitetaan lukulaitteen tapaa piirtää kuva näyttöön. Valittavana on mustavalkoisella ja värillisillä näytöillä olevia lukulaitteita. Silmälle paras näyttötekniikka on sellainen, jossa ei käytetä taustavaloa.

E-ink

E-ink on elektronista mustetta, jota on saatavilla eri harmaan sävyissä ja myös muilla väreillä. Yleensä käytetään harmaasävyjä, koska kontrastisuhde on silloin parempi.

Hyvä kontrastisuhteen vuoksi ei tarvita näytön taustavaloa, joka muutenkin rasittaisi silmiä. E-ink on toimintaperiaatteelta melkein pä samanlainen kuin lasten piirtopöytä, johon voi piirtää kynällä. Tällöin kohtaan, johon kynällä piirretään, ilmestyy mustaa mustetta. Haluttaessa voidaan näyttö pyyhkiä pyyhkimellä puhtaaksi. E-inkin ero on siinä, että muste piirretään elektronisesti. [14.]

Vizplex e-ink on paranneltu versio. Se ei kuitenkaan eroa paljonkaan ensimmäisestä e-ink-näytöstä. Ero edeltäjään on siinä, että katselukulma voi olla 180 astetta ja auringon valo ei jätä varjostumia näyttöön. Tavallisessa e-inkissä on se ongelma, että kun laitetta päivittää auringonvalossa, kohta, johon aurinko paistaa, näyttää vaaleammalta kuin kohta, johon aurinko ei paistanut. [14.]

Pearl e-ink on myös e-ink-tekniikkaan perustava näyttötekniikka. Siinä on 50 % parempi kontrastisuhte verrattuna Vizplex e-ink -tekniikkaan, ja se on tällä hetkellä kaikkein paras e-ink Corporationin kehittämä näyttötekniikka. Sen näyttö on myös kaikkein vaalein ja eniten paperin näköinen. Moni lukualusta on siirtymässä Pearl e-ink -tekniikkaan. Amazonilla ja Sonylla on muutama lukulaite, jotka käyttävät tätä tekniikkaa. [14.]

SiPix

E-ink Corporation ja SiPix ovat kaksi eri yritystä, jotka molemmat valmistavat näyttötekniikkaa, joka perustuu e-musteeseen. Kummankin ydinajatus on saada näyttö näyttämään mahdollisimman paljon aidolta kirjan sivulta. Jotta muste saataisiin piirtymään näytölle elektronisesti, tarvitaan elektroforeesiprosessi eli sähkökentässä sähköisesti varautuneiden aineiden liikkumista vastakkaista sähkövarausta kohti. SiPix ja e-ink Corporation kumpikin toteuttavat tämän prosessin, mutta eri menetelmillä.

SiPixin e-mustenäyttö tehdään niin, että näyttöön on asennettu mikrokuppeja, jotka ovat halkaisijaltaan 0,15 mm ja niiden sisälle on laitettu sähköisesti varautuneita valkoisia hiukkasia mustan diaelektrisen nesteen sisälle. E-inkissä taas on asennettu mikrokapseleita, jotka ovat halkaisijaltaan 0,04 mm.

Kun näytössä tehdään jotakin (vaihdetaan sivua, klikataan jotakin yms.), valkoinen varauksellinen hiukkanen liikkuu mikrokupin sisällä mustan nesteen ylä- tai alapuolelle riippuen senhetkisestä napaisuudesta. [15.]

SiPixin mukainen valmistusmetodi tuottaa harmaan tekstin mustan sijaan, kun taas e-inkissä teksti on paljon mustempi. SiPixin tekniikassa tausta on myös tummempi. E-inkitekniikassa teksti taas on paljon tarkempaa kuin SiPixin. Lukukokemukselta e-inkin tekniikka on paljon parempi, mutta SiPix taas mahdollistaa sormikosketuksen, mikä on paljon käyttäjäystävällisempää kuin e-inkin mahdollistama kynäkosketus. Valmistusmenetelmän vuoksi e-inkillä ei ole mahdollista tehdä sormikosketusta. [15.]

Mirasol

Miralsol on Qualcommin kehittämä näyttötekniikka, joka mahdollistaa myös värit. Se on toiminnaltaan hyvin yksinkertainen. Näytössä on kaksi sähköä johtavaa levyä ja kolme värillistä kalvoa. Alimmaisena oleva sähköä johtava levy on todella ohut filmi, ja päällimmäisenä oleva sähköä johtava levy on paksumpi lasi. Värikalvot ovat sähköä johtavien levyjen välissä, ja levyjen välissä on ilmarako. Levyjä ohjaillaan sähkövarauksilla.

Kun alimmainen levy saa varauksen, se vetää värikalvoja yhteen. Kun varausta ei ole, yksikään kalvo ei osu toisiinsa ja näytössä näkyy vain musta väri. Kun sähkövarausta annetaan vähän, ensimmäinen kalvo osuu yhteen toisen kanssa muodostaen värin. Toimintaperiaate on samanlainen kuin e-mustenäytöissä, eli näyttöä ohjaillaan sähkövarauksilla. Mirasol-näytössä ei ole yhtään elektronista mustetta.

Miralsol on ainut e-lukualustoihin suunniteltu tekniikka, joka pystyy toistamaan liikkuva kuvaa, koska sen kuvanpäivityksen nopeus on niin suuri (15 kuvaa sekunnissa). Mirasol-tekniikkaa ei ole vielä saatavilla markkinoilla olevissa lukualustoissa. Hyvin suuren valmistusvirhemarginaalin vuoksi massatuotantoa ei ole aloitettu. Moni lukulaitteen valmistaja on kuitenkin ilmoittanut siirtyvänsä Mirasol-tekniikkaan, kun sitä aletaan valmistaa massatuotannossa. [16.]

Mirasol-tekniikka ei rasita silmiä, vaikka siinä on värit, koska laite ei käytä taustavaloa. Mirasolin huono puoli on siinä, että sitä ei voi lukea kovin pimeässä, koska näyttö itse tarvitsee valoa näyttääkseen tekstin tai kuvan näytössä.

Mirasol on myös energiaystävällinen, sillä kun kuva on piirretty näyttöön, sen energiankulutus on melkein olematon ja energiaa käytetään vain silloin, kun sivua vaihdetaan. [17.]

LiquaVista

LiquaVista on Philipsin kehittämä tekniikka, josta on sittemmin syntynyt samanniminen yritys. Liquavista-näyttötekniikka perustuu sähkökasteluun (electrowetting). Sähkökastelutekniikan ajatuksena on, että näytössä on hydrofobisia (vettä hylkiviä) ja hydrofiilisiä (veteen hakeutuvia) aineita, joiden sähkövarausta muunnellaan. Näytössä on siis vettä ja värjättyjä öljypisaroita. Kun vesipisaraan laitetaan jännitettä, se alkaa levittää ja työntää värjätyn öljyn pois, jolloin alta paljastuu valkoinen sähköä johtava tausta.

Liquavistan näyttötekniikka soveltuu todella hyvin laitteisiin, joihin halutaan taipuisa näyttö, esimerkiksi elektroniseen jäljitelmään sanomalehdestä. Liquavistan tekniikkaa on saatavilla mustavalkoisena tai värillisenä. Värilliseen tekniikkaan tarvitaan taustavallo, mikä taas aiheuttaa huonomman lukukokemuksen. Taustavalolla kuitenkin saadaan todella kirkkaita kuvia. Tämän tekniikan laitteista on kuitenkin valittava, haluaako pitää taustavalon päällä vai ei. Silloin, kun taustavallo on päällä, värit toimivat, ja silloin, kun ei ole, laite toimii mustavalkoisena, mikä on todella hyvä tavallisten kirjojen lukemiseen. On arvioitu, että vuoden 2011 puolessavälissä tulisi ensimmäisiä lukulaitteita, jossa olisi Liquavistan tekniikkaan perustuva näyttö. [9.]

Pixel Qi

Pixel Qin näyttötekniikka perustuu erittäin vähävirtaiseen LCD-näyttöön, josta pystyy sammuttamaan taustavalon. Taustavalon sammuttaminen tekee näytöstä mustavalkoisen. Näyttö on nopea, mikä mahdollistaa myös liikkuvan kuvan katselun. Kun taustavalon sammuttaa, pystytään lukemaan pidempiä aikoja ilman, että silmä väsyi. Näyttö ei kuitenkaan pysty niin hyvään kontrastisuhteeseen kuin e-ink-tekniikkaan perustuva näyttö. Ero on huomattava. Pixel Qi on LCD-näytöksi todella vähävirtainen, mutta silti se kuluttaa enemmän virtaa kuin edellä mainitut tekniikat. LCD-tekniikkaan perustuvien näyttöjen huonoja puolia on niiden rajoittunut katselukulma. Myös näytön kuva heikkenee, kun katselukulma vaihtuu tai kun laitetta pidetään kauempana. Sama pätee myös tässä Pixel Qin käyttämässä LCD-näytössä.

Yhteenveto



Kuvan 9 yhteenvedossa on yhdistetty E-ink, E-ink Pearl ja E-ink Vizplex, koska ne ovat saman valmistajan tuotteita. E-ink on ensimmäinen versio, ja uusin versio on e-ink Pearl. Tällä hetkellä Pearl on käytetyin tekniikka. Tämä johtuu sen uutuudesta ja siitä, että e-inkin ja Vizplexin valmistusta on vähennetty ja Pearlin valmistusta vastaavasti kasvatettu.

Näyttötekniikat				
E-ink	SiPix	Mirasol	LiguaVista	Pixel Qi
elektroninen muste, mikrokapseli 0,04 mm	elektroninen muste, mikrokuppi 0,15 mm	MEMS (Micro-electro-mechanical system)	sähkökastelu	LCD-tekniikka
ei taustavaloa	ei taustavaloa	ei taustavaloa	taustavalo optionaalinen	taustavalo optionaalinen
mustavalkoinen	mustavalkoinen	värillinen	mustavalkoinen /värillinen	tustavalkoinen /värillinen

Kuva 9. Lukulaitteiden näyttötekniikoiden ominaisuudet.

Taulukossa 1 vertaillaan eri näyttötekniikoita.

Taulukko 1. Näyttötekniikoiden hyvä ja huonot puolet.

Plussat 		 Miinukset	
E-ink	<ul style="list-style-type: none"> • Käytetyin tekniikka • Massatuotannossa • Todistanut itsensä lukulaitteissa 	<ul style="list-style-type: none"> • Hidas • Ei mahdollisuuksia liikkuvaan kuvaan 	E-ink
SiPix	<ul style="list-style-type: none"> • Valmistus menetelmä mahdollistaa kapasitiivisen kosketuksen • Massatuotannossa 	<ul style="list-style-type: none"> • Hidas • Tumma, epätarkempi ja kalliimpi kuin kilpailijansa e-ink 	SiPix
Mirasol	<ul style="list-style-type: none"> • Värit ilman taustavaloa • Nopea ruudun päivitys • Mahdollistaa liikkuvan kuvan 	<ul style="list-style-type: none"> • Ei massatuotantoa eikä edes kunnollista prototyyppiä • Suunniteltu mini läppäreihin, ei lukulaitteisiin 	Mirasol
LiquaVista	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus vaihtaa värin ja mustavalkoisuuden välillä. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ei massatuotantoa • Värillisenä vaatii taustavalon 	LiquaVista
Pixel Qi	<ul style="list-style-type: none"> • Halpa valmistaa • Liikkuva kuva • Nopea ruudun päivitys 	<ul style="list-style-type: none"> • Huono katselukulma • Värillisenä vaatii taustavalon • Suuri virrankulutus versus kilpailijat • Auringonvalon heijastuminen 	Pixel Qi

4.3 Käyttötekniikat

Lukulaitteen käyttökokemukseen vaikuttavat myös laitteen navigointimahdollisuudet. Monet halvat elektroniset lukulaitteet tarjoavat pelkän navigointirullan, jolla voi navigoida valikoissa ja painaa nappulaa, jos haluaa valita jotakin valikosta. Käytön kannalta tämä saattaa olla hankalaa, varsinkin jos yrittää kirjautua johonkin järjestelmään. Kalliimmissa laitteissa on kosketusnäyttö, kun taas edullisimmissa käytetään monesti näppäimistöä. Näppäimistö taas kasvattaa paljon laitteen fyysistä kokoa. Kosketusnäyttöjä on tehty eri tekniikoilla, ja niissä on paljon eroja, kun puhutaan laitteen käyttökokemuksesta ja lukukokemuksesta.

Kynäkosketus (resistiivinen)

E-ink-näyttötekniologiaan perustuvat laitteet eivät pysty mahdollistamaan kapasitiivista kosketusta ilman, että lukukokemus kärsii. Siksi monet e-ink-tekniologiaan perustuvat laitteet käyttävät resistiivistä kosketusnäyttötekniikkaa.

Kapasitiivisen teknologian käyttäminen e-ink-laitteessa nostaisi valmistuskustannusta suuresti, koska valmistusprosessiin jouduttaisiin tekemään suuria muutoksia, jotta näyttöön saataisiin oma kapasitiivinen levy laitteen päälle.

Resistiivisen kosketusnäytön toiminta perustuu kahden sähköä johtavan ohuen kalvon puristukseen, jotka ovat näytön pinnassa kiinni. Kun sormella painaa näyttöä, päällimmäinen kalvo koskettaa toista kalvoa, jolloin kalvojen välinen sähkövastus muuttuu. Sähkövastuksen muuttuminen taas johtuu siitä, että kalvojen välissä oleva kerros, joka vastustaa sähköä, ohenee. Näin laite pysty päättelemään, missä kosketus on tapahtunut.

Resistiivinen kosketusnäyttö elektronisessa lukulaitteessa on toteutettu niin, että näytön taakse on laitettu kalvo, jossa kulkee ristikkäin johtimia. Kynän päähän taas on laitettu käämi. Kun kynällä koskettaa näyttöä, sähkömagneettinen kalvo näytön takana reagoi siihen. Tämän avulla pystytään laskemaan X-, Y- ja jopa Z-koordinaatiston tarkkuudella kynän sijainti. [18.]

Sormikosketus (kapasitiivinen)

E-lukulaitteet, joita voi navigoida sormikosketuksen avulla, on yleensä toteutettu kapasitiivisella kosketusnäyttöteknologialla tai infrapunateknologialla.

Laitteet, jotka käyttävät kapasitiivista kosketusnäyttöä ja ovat mustavalkoisia, käyttävät yleensä SiPix-teknologiaa, koska sen valmistusmetodi antaa mahdollisuuden lisätä ylimääräisen kalvon tuotannossa näytön päälle. Se ei myöskään verota näytön alkupeiräistä laatua niin paljoa kuin e-inkiin perustuva näyttö, johon laitettaisiin kapasitiivinen kosketuskalvo näytön päälle. Koska SiPixissä on paljon tummemmat värit kuin e-inkissä, se näkyy vielä yhden kalvon läpi suhteellisen selkeästi.

Kapasitiivinen näyttötekniikka perustuu sähköön johtamiseen maan avulla. Yleensä kapasitiivisessa tekniikassa ihmisen sormi toimii maana, koska ihminen johtaa sähköä. Laitteen näytön pinnan päälle asetetaan läpinäkyvä kalvo tai läpinäkyvää ainetta, joka johtaa sähköä. Kalvon tai aineen pinnalla kulkee jännite. Myös näytön jokaiseen kulmaan on asennettu johdin.

Kun sähköä johtavalla esineellä tai sormella kosketetaan näyttöä, havaitaan jännitteen muutos vastakkaisten kulmien välillä. Tällä tavalla voidaan päätellä, missä kosketus on tapahtunut.

Kapasitiivisessa kosketusnäytössä on hyvä muistaa se, että sitä ei voi koskettaa millään esineellä, joka ei johda sähköä, kuten esimerkiksi kynällä tai käsiineet kädessä. Kuvan tarkkuus kärsii jonkin verran ylimääräisten kalvojen takia, jotka on jouduttu asentamaan näytön päälle mahdollistamaan tarkka tunnistusmekanismi. Tämä saattaa myös aiheuttaa sumentumista tai vääristymiä näytössä. [18.]

Sormikosketus (infrapuna)

Moni e-ink-tekniikkaan perustuva laite on ottanut käyttöön infrapunatekniikalla toteutetun sormikosketusnäytön, koska e-inkin käyttämä e-muste on todella herkkä kaikenlaisille ylimääräisille kalvoille, jotka joudutaan asentamaan näytön päälle. Infrapunatekniikassa ei tarvitse asentaa ylimääräisiä kalvoja näytön päälle. Sony on ottanut käyttöönsä infrapunatekniikan ja e-ink Pearl -tekniikan, koska niillä saadaan aikaan paras mahdollinen luku- ja käyttökokemus.

Infrapunatekniikka perustuu sensoreihin ja infrapunasäteisiin. Sensorit asennetaan näytön reunalle, ja vastakkaiselle reunalle asennetaan infrapunasädelähettä eli infrapunavaloja. Infrapunasäde "ammutaan" näytön päällä oleviin sensoreihin. Sensori huomaa, jos jokin katkaisee infrapunasäteen, ja pystyy määrittelemään, kuinka iso objekti on ja missä kohdassa se on näytöllä. Samalla logiikalla pystytään siis päättelemään, missä kohdassa sormi koskettaa näyttöä. Infrapunasäteeseen perustuvan tekniikan etuna on sen edullisuus verrattuna muihin kosketusnäyttötekniikoihin. Myös niiden soveltuvuus e-lukulaitteisiin on todella hyvä. Infrapunasäteessä on ongelmana se, että vaikka sormi ei koske näyttöön, se saattaa ottaa kosketuksen, koska säteet menevät näytön pinnan yläpuolella. [18.]

Näppäimistö

Halpa tapa toteuttaa suhteellisen hyvää navigointia on asentaa lukulaitteeseen muutama näppäin tai näppäimistö. Näppäimistön huonona puolena on se, että se kasvattaa laitteen fyysistä kokoa yleensä kolmasosan verran.

Kindlen laitteet käyttävät näppäimistöön perustuvaa navigointia optimoidakseen parhaan mahdollisen hinta-, käyttäjä- ja lukukokemuksen. Hyvänä puolena taas voidaan pitää sitä, että laitteella on helppo kirjautua WiFi-verkkoon, johon tarvitsee yleensä syöttää salasana.

Navigointirulla

Kaikkein halvin tapa toteuttaa navigointi elektronisissa lukualustoissa on rakentaa siihen muutama painike ja navigointirulla. Navigointirulla on todella hankala käyttää, jos laitteessa on esimerkiksi WiFi-ominaisuus. Kun kirjaudutaan WiFi-verkkoon, jossa on salasana, tulee jokainen kirjain valita yksitellen navigointirullaa käyttäen. Nykyään on muutenkin totuttu siihen, että kaikissa uusissa laitteissa on kosketusnäyttö. Niinpä navigointirulla antaa todella huonon käyttäjäkokemuksen laitteesta, koska on totuttu parempaan.

Yhteenveto

Teoriassa ihanteellinen yhdistelmä navigoinnille ja näytölle olisi e-ink Pearl -näyttö ja infrapunaan perustuva sormikosketus. E-ink Pearl vie vähän virtaa ja sitä valmistetaan massatuotannossa. Se on myös tarkempi kuin kilpailijansa, ja mustan ja vaalean kontrasti on hyvä.

Jos käytetään infrapunaan perustuvaa sormikosketusta, ei laitteen näytön päälle tarvitse laittaa ylimääräistä kalvoa, jolloin kuvan laatu ei kärsi, mikä esimerkiksi Sipixin tarjoamassa kapasitiivisessa näytössä tapahtuu. Myös resistiivinen kynäkosketus on erittäin kömpelö ja vanhanaikainen, jos vertaa sormikosketukseen. Tämän takia lukulaitteen kosketusnäyttöön sopisi parhaiten infrapunatekniikka.

4.4 Suoritintekniikka ja muisti

Suorittimella ja muistilla on merkittävä rooli laitteen käyttökokemuksen kannalta. Suorittimen tulee olla nopea ja vähäkulutuksinen, sillä laitteen virrankulutus halutaan pitää vähäisenä, jotta laitetta ei tarvitsisi ladata usein.

Mobiilialustoissa, kuten lukulaitteissakin, suositaan ARM (Advanced RISC Machines) -pohjaisiin teknologioihin perustuvia suorittimia, joista yleisimmät on Marvell ja Freescale (taulukko 2). Freescale on näistä kahdesta suositumpi lukualustoissa. Esimerkiksi Sony ja Amazon käyttävät Freescalin suoritinkantaa. Molemmat suorittimet kuitenkin perustuvat ARM-teknologiaan. [19.]

Taulukko 2. Marvellin ja Freescalen tekniset erot [19].

Ominaisuus	Freescale 508	Marvell 166e
ARM-kanta	iMX 508 800 MHz (Cortex A8), kaksi kertaa nopeampi kuin ARM11-kanta	Marvell 166e 800 MHz (ARM 11)
Flash-tuki	SLC, MLC, eMMC	vain MLC
Muisti	LPDDR ja LPDDR2	vain LPDDR
EPD-ohjain	Integroitu	Integroitu
Pikselien renderöinti	Renderöinti tehdään komponenttitasolla, nopea	Renderöinti tehdään ohjelmallisesti, hidas
Herätys unitilasta	Herääminen kestää 40~60 ms.	Herääminen kestää 200 ms

Freescale

Freescale omistaa ARM-teknologiaan perustuvien prosessorien lisenssin. Se siis valmista ARM-pohjaisia prosessoreita. Suhteessa virrankulutukseen Freescale on yksi markkinoiden nopeimmista mikroprosessoreista. Freescalen heikkoutena voidaan pitää sen massatuotantoa, sillä pienten laitevalmistajien on vaikea saada Freescalen uusimpia malleja, koska niitä ei ole paljoa markkinoilla. Suurin osa Freescalen tuottamista prosessoreista menee isoimmille laitevalmistajille, kuten Sonylle ja Amazonille. [19.]

Marvell

Marvellkin perustuu ARM-teknologiaan. Marvellin kehittämää prosessoritekniikkaa kutsutaan XScaleksi, joka on alun perin Intelin kehittämä (StrongArm) ja on sittemmin myyty Marvellille [15]. Marvellin etuna voidaan pitää hyvää saatavuutta ja hintaa. Heikkoutena taas voidaan pitää muun muassa suorittimen suorituskyykyä verrattuna kilpailijoihin. Marvell on nimittäin hitaampi kuin esimerkiksi Freescalen valmistamat suorittimet.

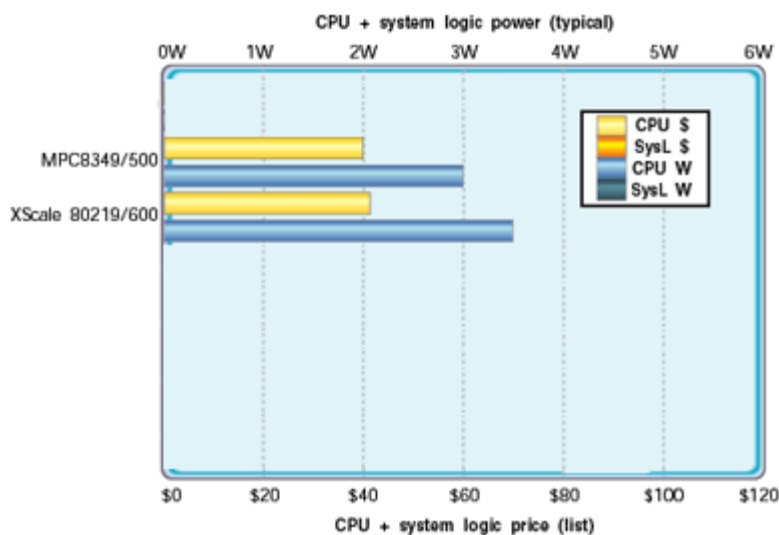
Jos halutaan samaan suorituskyykyyn Freescalen kanssa, joudutaan valikoimaan suurempi kellotaajuus kuin Freescalella, mikä taas aiheuttaa huomattavasti suuremman virrankulutuksen ja tämä taas nopeamman akun kulumisen. [20.]

Suorittimilla on suuri nopeusero (taulukko 3). Freescale on melkein kaksi kertaa nopeampi, kuin Marvell.

Taulukko 3. Marvellin ja Freescalen suorittimien laskentatehokkuus samalla kellotaajuudella [19].

Laskentatehokkuus	Marvell 166E (800 MHz)	Freescale Imx508 (800 MHz)
Laskentanopeus 10 miljoonaa kiinteää pisteeseen.	7.650000 s	4.560000 s
Laskenta 10 miljoonaa satunnaispistettä	5.060000 s	3.380000 s
Poistetaan miljoona objektia	0.810000 s	0.650000 s

Jotta nopeuden vertailu olisi reilu, on huomattava, että Xscalessa suorittimen kellotaajuus 600 MHz ja Freescalin kellotaajuus 500 MHz (kuva 10). Freescale siis pystyy pienemmällä kellotaajuudella samaan kuin Marvellin XScale-prosessori. Pienempi kellotaajuus edesauttaa vähäiseen virrankulutukseen.



Kuva 10. Suorittimien virrankulutus ja hinta [20].

Muisti

Lukulaitteessa tarvitaan muistia, jotta siihen saadaan sisältöä. Muistilla siis määritellään käyttäjälle, kuinka paljon laitteessa voi olla sisältöä samanaikaisesti. Yleensä lukualustoissa ei ole järkevää suurta sisäänrakennettua muistia, koska laitteen valmistuskustannuksia ei haluta kasvattaa liian suuriksi.

Suurimmassa osassa lukualustoissa on sisäänrakennettu 512 MB muisti, joka riittää todella hyvin tavalliseen lukemiseen, mutta on myös laitteita, joissa sitä on 4 Gb. Yksi e-kirja vie keskimääräisesti tilaa noin 4 MB mikä tarkoittaa, että yhdelle laitteelle mahtuu samanaikaisesti noin 128 kirjaa. Mutta jos laitteessa on tuki esimerkiksi äänikirjoille, on 512 MB erittäin pieni muistimäärä, sillä yksi äänikirja saattaa viedä muistia jopa 200 MB. Mitä enemmän laitteessa on sisäistä muistia, sitä enemmän sen valmistuskustannukset kasvavat. Suurimpaan osaan laitteista on kuitenkin myös rakennettu paikka ulkoiselle muistikortille, jotta käyttäjä voi tarvittaessa kasvattaa omaa tallennustilaansa huomattavasti suuremmaksi. Ulkoinen muistipaikka on laitevalmistajan kannalta järkevä, koska sen ei tarvitse investoida suuria summia suureen sisäiseen muistiin, mikä taas pitää laitteen myyntihinnan alhaisena. Tämä on myös käyttäjän kannalta erittäin hyvä ratkaisu, sillä käyttäjä voi tehdä halutessaan oman "kirjahyllyn" muistikorteilla. Käyttäjällä voi olla useampia muistikortteja, joiden sisällä on erilaista sisältöä, esimerkiksi dekkarimuistikortti, äänikirjamuistikortti ja vaikka fantasiakirjallisuusmuistikortti. Käyttäjä voi helposti vaihtaa muistikorttia ja saada haluamansa sisällön laitteeseen. Kuitenkin laitteessa on sisäistä muistia sen verran, että käyttäjän ei tarvitse hankkia ulkoista muistikorttia heti aloittaakseen sähköisten kirjojen hankinnan laitteeseen. [19.]

4.5 Langaton internetyhteys

Langattomalla internetyhteydellä tarkoitetaan internetyhteyttä, jonka voi muodostaa ilman johtoa. Lukualustojen osalta kaksi yleisintä tapaa muodostaa internetyhteys langattomasti on 3G (third generation) ja Wlan (Wireless local area network). Langatonta yhteyttä lukualustoihin on suunniteltu yleensä vain kirjojen ostoa varten. Tällöin käyttäjän ei tarvitse yhdistää lukualustaa johdolla tietokoneeseen, jos haluaa siirtää ostamansa kirjan lukualustalle, vaan hän voi suoraan kaupasta ostettuaan siirtää sen langattomasti lukualustaan.

3G:llä tarkoitetaan langatonta tiedonsiirtoa puhelinverkkoa hyväksi käyttäen. 3G on käyttäjän kannalta paras langaton tiedonsiirtovaihtoehto lukualustalle, koska käyttäjä voi missä ja milloin vain muodostaa internetyhteyden. 3G-piiri on kuitenkin erittäin kallis komponentti lukualustassa. Se on toiseksi kallein heti näytön jälkeen, ja siksi lukulaitteita, joissa on 3G-yhteys, on vain kalleimmissa malleissa. [21.]

Wlan

Wlanilla eli langattomalla lähiverkolla tarkoitetaan tietoliikenneyhteyttä kahden laitteen välillä langattomasti. Yleensä wiania käytetään kannettavan tietokoneen ja ADSL-reitittimen yhdistämiseen, jolloin saadaan internetyhteys kannettavaan tietokoneeseen langattomasti. Lukulaitteessa wlan-ratkaisu on huomattavasti halvempi tapa saada langattomuus kuin 3G:ssä, kun puhutaan valmistuskustannuksista. Wlanin huono puoli verrattuna 3G:hen on verkon saatavuus, sillä internetyhteyteen tarvitaan aina wlan-yhteyspiste. Wlan-yhteyspisteellä tarkoitetaan tukiasemaa, kuten ADSL reititintä, joka jakaa internetkaistaa langattomasti wiania käyttäen (kuva 11). [22.]



Kuva 11. Wlanin toiminta [23].

4.6 Lisävarusteet

Lukulaitteen lisävarusteet ovat tärkeitä nille, jotka haluavat laitteensa erottuvan muiden joukosta, suojata laitetta tai tehdä lukukokemuksesta vieläkin mukavamman. Lisävarusteilla voidaan vaikuttaa näihin asioihin huomattavasti. Lukukokemuksen parantamiseen voidaan vaikuttaa yövalolla tai kädessä mukavalta tuntuvalta kannella. Kansilla voidaan myös suojata laitetta muun muassa kolhuilta ja lisätä laitteen erottuvuutta muista laitteista.

Yövalo

Yövalo on hyvä lisävaruste esimerkiksi yölukemista ajatellen. Laitteeseen itsessään on erittäin vaikea integroida yövaloa, ja oikeastaan ainut järkevä tapa lukuvalon integroimiselle olisi asentaa pienet led-valot näytön reunalle, mutta tällöin laitteen kokoa jouduttaisiin paksuntamaan ledien verran (kuva 12).

Jos lamppu palaisi, olisi käyttäjän melkein mahdotonta vaihtaa se itse. Tästä syystä melkein missään lukulaitteessa ei ole integroitua yövaloa. Pienet ledit eivät myöskään riitä valaisemaan näytön reunalta koko näyttöä, vaan yleensä keskiosa jää pimeämmäksi. Tämän takia on erittäin tärkeää miettiä lukulaitetta suunniteltaessa, että siihen voisi jälkikäteen hankkia lisävarusteena yövalon, jonka saa helposti laitteesen kiinni tai laitteen kanteen kiinni.



Kuva 13. Integroitu LED-valo [24].

Yleisimmät markkinoilla olevat yövalojen lisävarusteet ovat erillinen valolasi näytön päälle, vedettävä lamppu laitteen kannesta, erillinen lamppu, jonka voi kiinnittää kanteen tai laitteesen.

Sony on kehittänyt omaan lukulaitteeseensa kannet, joiden mukana tulee valolasi (kuva 13). Valolasin voi kääntää laitteen näytön päälle. Lasin huonona puolena on se, että laitteen näytölle tulee ylimääräinen objekti, mitä muutenkin yritetään e-ink-teknologiassa välttää kuvan laadun takia. Kansi tuo laitteesen paljon lisää painoa, koska lasi itsessään on raskas.

Ylimääräistä painoa tulisi välttää, koska kädet väsyvät kirjaa luettaessa helposti varsinkin, jos laitteessa on "ylipainoa". Jo 50 gramman lisäpaino vaikuttaa lukukokemukseen erittäin paljon.



Kuva 13. Sonyn kehittämä kansi, jossa lasivalo [25].

Yleisin yövalon toteutustapa on lisävarusteena oleva kansi, johon on integroitu yövalo (kuva 14). Tämä on erittäin hyvä tapa, koska silloin vältetään turhalta ylipainolta ja valon saa piiloon ja esiin tarvittaessa.



Kuva 14. Yövalo integroituna kanteen [26].

Myynnissä on myös erillisiä valoja, jotka voi klipsillä kiinnittää lukulaitteeseen (kuva 15). Tällainen valo vain saattaa hävitä helposti, koska se ei ole kannessa aina mukana, ja luettaessa ei yleensä haluta pitää laitteessa ylimääräisiä esineitä roikkumassa, jos niitä ei juuri sillä hetkellä tarvita.



Kuva 15. Klipsivalo [27].

Teoriassa paras vaihtoehto on lukulaitetta suunniteltaessa miettiä mahdolliset lisävarusteet ja niiden liittämistekniikat. Valon tulisi siis olla kannessa kiinni, jotta se ei häviä niin helposti, koska kansia pidetään laitteessa suojana muutenkin. Kannessa tulisi olla jokin pieni liitin, jonka voisi kiinnittää lukulaitteen USB-väylään, jolloin valo saisi virran suoraan lukulaitteen akusta. Ongelmaksi tässäkin muodostuu se, että jos laitteessa on vain yksi USB-väylä ja laitetta ladataan myös siitä, ei lukulamppua pysty käyttämään samaan aikaan laitetta ladattaessa.

Kannet

Lukulaitteen kannessa huomio kiinnittyy siihen, miten se on kiinnitetty laitteeseen. Markkinoilla on tähän monta eri vaihtoehtoa. Yleisimmät tavat kiinnittää laite kansiin ovat kuminauhakiinnike, metallikiinnike ja muovikiinnike.

Kuminauhakiinnikettä käytettäessä on todella tärkeää ottaa huomioon, mihin kuminauha kannessa kiinnitetään. Kuminauhan tulisi olla laitteen kulmassa. Se ei saa olla kiinnitetty niin, että se joutuu liialliseen rasitukseen laitetta irrotettaessa, tai muuten on mahdollista, että kuminauha rikkoutuu käytössä. Kuvissa 16 ja 21 on havainnollistettu kuminauhan käyttöä. Kuvassa 16 kuminauha joutuu liialliseen rasitukseen, ja kuvassa 21 on otettu tämä asia paremmin huomioon.



Kuva 16. Kuminauha repeää helposti, kun siihen tulee räsitusta.

Metalliset kiinnikkeet (kuva 17) ovat kestäviä ja jäykkiä eivätkä rikkoudu kovinkaan helposti. Tämä on siis erinomainen vaihtoehto käyttäjälle, joka käyttää laitetta vain kansien kanssa. Metalliset kiinnikkeet saattavat kuitenkin vahingoittaa laitetta, kun sitä irroitetaan kansista (kuva 18).



Kuva 17. Metalliset kiinnikkeet.



Kuva 18. Metallisen kiinnikkeen aiheuttama naarmu.

Muovikiinnike (kuva 19) on hauras, murtuu helposti ja menettää kimmoisuuden (kuva 20), jolloin laite ei ole enää tiukasti kiinni kannessa. Muovikiinnike ei aiheuta laitteeseen naarmuja, ja se on myös edullisempi valmistaa kuin esimerkiksi metallikiinnike.



Kuva 19. Muovinen kiinnike.



Kuva 20. Muovinen kiinnike rikkoutuu helposti, kun laitetta otetaan kansista pois ja laitetaan takaisin.

Yleisimmistä kiinnikemekanismeista käyttäjäystävällisin on kuminauhakiinnike, jos se on toteutettu oikein. Kuminauhakiinnikkeen ansiosta laite on helppo kiinnittää ja irrottaa kansista, eikä se myöskään vaurioita laitetta. Kuminauhakiinnike ei myöskään lisää kansiin ylimääräistä painoa toisin kuin metalli- tai muovikiinnike. Laitteen paino kansien kanssa on kuitenkin yksi asia, joka pitää ottaa huomioon lukukokemusta ajateltaessa. Kuvassa 21 on oikein toteutettu kuminauhakiinnike.



Kuva 21. Oikein toteutettu lukulaitteen kuminauhakiinnike.

Kansilla käyttäjä pystyy mukauttamaan laitteen ulkoasua mieltymystensä mukaiseksi. Sen takia tulisi olla monenvärisiä ja myös kuviollisia kansia (kuva 22).



Kuva 22. Erivärisiä lukulaitteen kansia.

5 Lukulaitteen määrittely

5.1 Navigointitekniikat

Lukulaitteessa tulee olla infrapunatekniikalla toimiva kosketusnäyttö, koska se mahdollistaa parhaan käyttökokemuksen laitteeseen ilman näyttökyvyn heikkenemistä. Laitteeseen halutaan sormikosketus, ja infrapunatekniikka on ainoa, joka mahdollistaa sormikosketuksen ilman erillisiä kalvoja, jotka asennettaisiin näytön päälle.

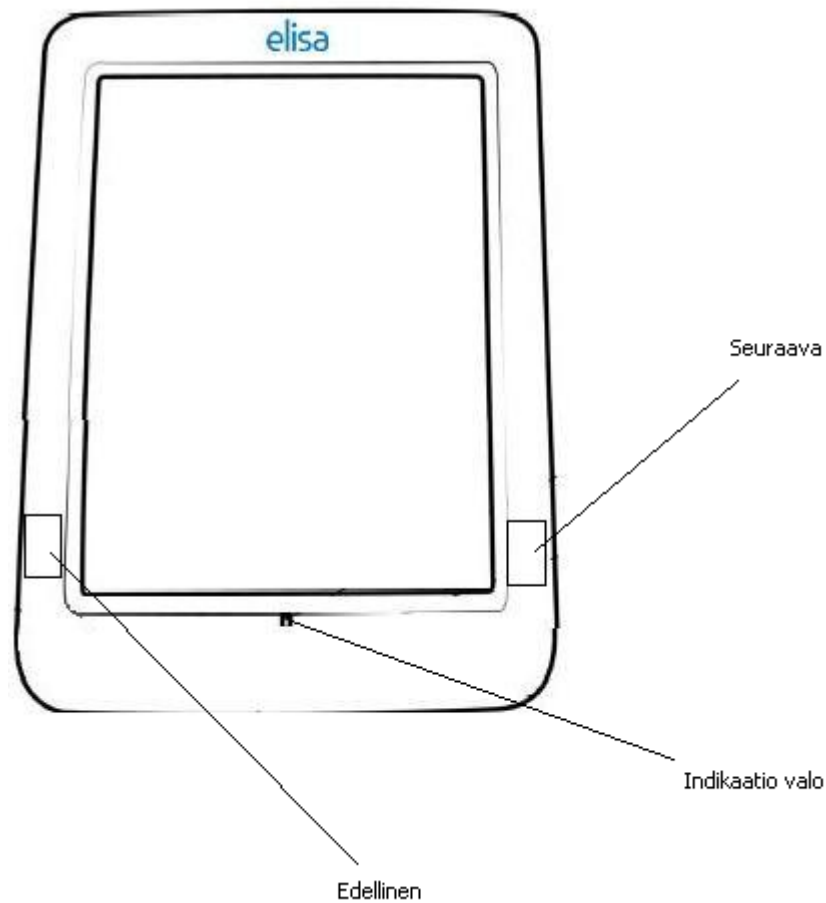
Kalvot tummentavat ja sumentavat näytettävää tekstiä tai kuvaa. Infrapunalla toteutettava sormikosketusnäyttö on halvempi kuin kapasitiivinen sormikosketusnäyttö.

Laitteessa tulee olla muutama mekaaninen nappula kosketusnäytön lisäksi. Mekaaniset nappulat ja liitännät ovat taulukon 4 mukaiset.

Taulukko 4. Mekaaniset painikkeet.

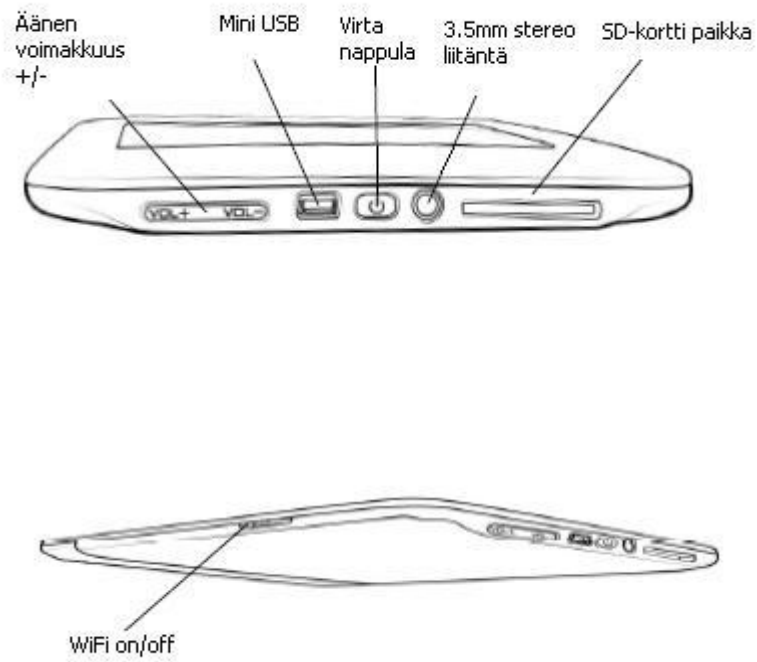
Kategoria	Osa/Kerros	Päätoiminto	Erikoistoiminto
Mekaaniset painikkeet	Suuntanäppäimet	Oikea	Liiku oikealle, käännä sivua eteenpäin
			Muut toiminnot, kuten on määritetty erikseen
	Vasen		Liiku vasemmalle, käännä sivua taaksepäin
			Muut toiminnot, kuten on määritetty erikseen
	Ääni	Ääni ylös	Ääni nousee yhden asteen korkeammaksi
		Ääni alas	Ääni laskee yhden asteen alemmaksi
	Virtanäppäin	Virta päälle/pois	Sammuttaa laitteen tai käynnistää laitteen
	Wifi-kytkin	Liukukytkin on/off	Määrittelee WiFin on tai off.

Kuvassa 23 on hahmotelma siitä, miltä lukulaite voisi näyttää etupuolelta. Lukulaitteen etupuolelle on määritetty suuntanäppäimet.



Kuva 23. Määritellyn lukulaitteen hahmotelma etupuolelta.

Kuvassa 24 on hahmoteltu, miltä lukulaitteen tulisi näyttää sivusta ja takaa. Lukulaitteen sivussa on äänenvoimakkuuden säätöpainike, virtanäppäin ja paikka Mini-usb-liittimelle, 3,5mm:n stereoliittimille ja muistikortille. Lukulaitteen takana on Wifi-kytkin.



Kuva 24. Määritellyn lukulaitteen hahmotelma takaa ja sivusta.

5.2 Tekninen kokoonpano

Lukulaitteen tekninen kokoonpano on määritelty taulukossa 5.

Taulukko 5. Lukulaitteen komponenttien määrittely.

Kategoria	Osa/Kerros	Toiminto	Muuta
Komponentit	Näyttö	EPD (Electrophoretic Display)	6", 800 x 600 pikseliä, 16 harmaasävyä, suojattu erikoisvalmisteisella kehyksellä
	Emolevyn tuki	EPD-ajuri	S1D13521 Epson Broadsheet
		EPD RAM (Random access memory)	2 MB
		CPU (central processing unit)	800 MHz Freescale
		RAM	128 MB SDRAM-TUKI
		Sisäinen muisti (NAND)	4 GB yhteensä
			160 MB:n käyttöjärjestelmä
			32 MB piilotettu
			100 FOTA (Firmware over the air)
			3700 MB, käyttäjän sisältöä varten, otetaan käyttöön, jos ei ole SD-korttia käytössä
		Ulkoisen muistin tuki	SD/SDHC-kortti (tuki 32 GB:een asti), mikä otetaan käyttöön ensisijaisena tallennuskohteena käyttäjän lataamalle sisällölle
		USB	USB 1.1 & USB 2.0
	IO-portit	Kuulokkeet	3,5 mm:n stereoliitäntä
		USB B	Tyyppi mini-B
		SD	SD-korttipaikka
	Moduulit	WiFi	Kyllä
	Virta	Akku	1600 mAh Lithium Ion
			Akun tulee olla käyttäjän vaihdettavissa
	Fyysinen	Koko	Täyden latauksen tulee kestää 10 000 sivunvaihtoa tai kaksi viikkoa virransäästötilassa (Wifin ollessa pois päältä)
			10 000 sivunvaihtoa tai kaksi viikkoa virransäästötilassa (Wifin ollessa pois päältä)
		DC	USB-liitännän kautta.
	Kotelointi	Paino	125(w) x 171(h) x 10,9(t) mm
		Väri	238 g (sisältää akun)
			Valkoinen ja metallinvärinen liukuva takakuori
	Kotelointi	Suoja	Nahka jäljenteinen suojakuori, asiakkaan valitsema väri

Langaton verkko

Lukulaitteen tulee tukea langatonta WiFi-verkkoa ja toimia mahdollisimman automaattisesti ilman, että käyttäjä joutuu asettamaan mitään asetuksia lukuun ottamatta verkon vaatimia pakollisia asetuksia, kuten verkon salasanan. WiFi-moduulin itsessään pitää tukea seuraavia teknisiä standardeja:

- 802.11 b/g
- WPA/WPA2 PSK
- AES/TKIP.

Laitteessa olevan sinisen indikaatio-LED-valon tulee kertoa käyttäjälle, milloin WiFi-yhteys on muodostettu ja kuinka voimakas yhteys on. Laitteen tulee tunnistaa, kun WiFi-yhteys ei ole ollut aktiivinen vähään aikaan, ja sen tulee sammuttaa WiFi-yhteys automaattisesti. Tällä toiminnolla pidennetään akun kestoa. Kun WiFi-yhteys on sammutettu tai pois päältä, sininen indikaatio-LED-valo ei pala. Laitteen tulee myös näyttää näytöllä WiFi-verkon voimakkuus viiden palkin tarkkuudella.

Laitteen tulee ymmärtää push-tyyppistä viestitystä. Tässä tapauksessa push-toiminnolla tarkoitetaan sitä, että laite osaa hakea automaattisesti palvelimelta sisältöä, kun sitä on siellä tarjolla. Esimerkkejä, mihin push-toimintoa voidaan tarvita:

- Kun käyttäjä ostaa sisältöä tietokoneella verkkokaupasta eikä käytä siihen laitetta ollenkaan. Laite tunnistaa, että käyttäjä on ostanut sisältöä ja hakee sen palvelimelta.
- Käyttäjällä on jatkuva tilaus tuotteesta, joka ilmestyy tietyn ajanjakson välein, esimerkiksi Helsingin Sanomat. Laitteen tulee osata ladata heti uusin Helsingin Sanomat, kun sellainen julkaistaan.
- Kun laitteeseen on julkaistu uusi firmware, laite huomaa sen palvelimelta ja ilmoittaa tästä käyttäjälle.

CPU eli suoritin

Suorittimena tulee olla Freescale, koska se on halvempi ja nopeampi ja pidentää akun kestoja, koska se ei käytä niin paljon virtaa kuin kilpailijansa. Freescalen prosessoreista tulisi käyttää imx508-mallia, koska se on nopea ja todettu erittäin hyvin toimivaksi elektronisten mustenäyttöjen laitteissa ja malli on jopa kaksi kertaa nopeampi kuin Marvellin vastaavan taajuuden suoritin.

Käyttökokemus

Hyvä käyttökokemus on erittäin tärkeä, kun puhutaan lukulaitteesta, joka perustuu elektroniseen mustenäyttötekniikkaan. Näyttötekniikkansa takia laite on hidas verrattuna siihen, mihin käyttäjät ovat nykypäivänä tottuneet. Älypuhelimet, tabletit ja tietokoneet ovat nopeita, ja niihin on totuttu. Tämän takia on hyvä ottaa huomioon asiat, jotka vaikuttavat hyvään käyttökokemukseen.

Näyttötekniikka

Näyttötekniikalla on erittäin suuri vaikutus lukijan lukukokemukseen ja sen myötä käyttökokemukseen. Kun halutaan saada hyvä lukukokemus, tulee näytön jäljitellä mahdollisimman paljon lukukokemusta paperilta. Tällä hetkellä E-ink Corporationin valmistama e-ink Pearl -näyttö on paras vaihtoehto, kun halutaan jäljitellä oikeata paperia. E-ink Pearl -näyttö on erittäin paljon nopeampi kuin mikään muu elektroniseen musteeseen perustuva näyttö, ja sen kontrastisuhde on 50 % parempi kuin edeltäjällensä e-ink Vizplexillä. Tämän vuoksi laitteessa tulee käyttää E-ink Corporationin e-ink Pearl -näyttöä.

Emolevy

Emolevyn tulee tukea kaikkia liitäntöjä, jotta laite toimii taulukossa 5 mainituilla komponenteilla. Esimerkiksi EPD-näyttö tarvitsee EPD RAM:n (Electrophoretic Display Read access memory) toimiakseen. Siksi emolevyn tulee siis tukea tavallisen RAM-muistin lisäksi EDP RAM:a. Näiden muistien lisäksi emolevyn tulee tukea NAND flash-muistia.

Tämän muistin tulee olla osioituna kahteen osaan niin, että toinen osio on suljettu pois käyttäjältä ja se on varattu pelkästään firmware päivitystä varten. Toinen osio taas on vapaasti käyttäjän käytettävissä.

IO -portit

IO (inside output) -portissa tulee olla taulukon 5 mukaiset liitäntäominaisuudet.

Formaatit ja sisällön suojaus

Laitteen tulee tukea kaikkia yleisimpiä formaatteja, jotta käyttäjän ei tarvitse miettiä kirjaa ostaessaan, toimiiko kirja laitteessa. Taulukossa 6 on esitelty kaikki formaatit, joita lukulaitteen tulee tukea saumattomasti, ja se, mitä kunkin formaatin osalta tulee ottaa huomioon.

Taulukko 6. Lukulaitteen tuettavat formaatit.

Kategoria	Osa/Taso	Toiminto	Muuta
Formaatit	Formaatit	eBook	TXT, HTML, PDB, MOBI (non-DRM), ePub (myös DRM), PDF (myös DRM)
		MS Office	Tuettu. Lisenssin tulee kuulua ostohintaan.
		Ääni	MP3
		Kuva	JPG, GIF, PNG, BMP, TIFF
	DRM	eBooks	Adobe Digital Editions (ePub, PDF)
		Äänikirjat	MP3 vain vesileimatut, mutta käyttäjän ei pitäisi pystyä havaitsemaan vesileimausta soittimesta käsin.
	PDF	Piilomarginaalit	Kyllä (zoom-valikon kautta)
		Zoom kiinteisiin arvoihin	Kyllä
		Valittava zoom	Kyllä
		Yksittäisen sivun kääntämisen moodi	Kyllä
		Jatkuva rullausmoodi	Kyllä
		Panoraamamoodi	Kyllä
		Täyden ruudun venytys	Kyllä
		Vapaan tekstin haku	Kyllä
		Hyperlinkit	Kyllä
		Sisällysluettelo	Kyllä
		Sanojen yliviivaus	Kyllä (muistiinpano)

		Lukuhistorian hallinta	Kyllä (taakse- ja eteenpäin)
		Kirjanmerkit	Kyllä
	ePub	Zoom-asetukset	Kyllä
		Fonttien säätömahdollisuus	Kyllä
		Hyperlinkkinavigointi	Kyllä
		Täyden tekstin haku	Kyllä
	Mobi	Zoom-asetukset	Kyllä (fontin koko säädöistä)
		Sisällysluettelo	Kyllä
		Hyperlinkkinavigointi	Kyllä
	HTML	Tuki tavallisille www-sivuille	Kyllä
		Fontin säätömahdollisuus	Kyllä
		Hyperlinkit	Kyllä
		Lukuhistorian hallinta	Kyllä
		Kirjanmerkit	Kyllä
		Tekstinsyöttö	Kyllä, virtuaalinäppäimistön kautta. Näppäimistön tulee tukea skandinaavisia kirjaimia (å, ä, ö) ja euron merkkiä €).
	Puhdas teksti	Fontin säätömahdollisuus	Kyllä
		Fonttiperheen asetukset	Kyllä
		Koodausasetukset	Kyllä
		Vapaan tekstin haku	Kyllä
		Lukuhistorian hallinta	Kyllä
		Kirjanmerkit	Kyllä
	Kuvat	Kuvan kääntö	Kyllä
		Valittava zoom	Kyllä
		Zoom kiinteään pisteeseen	Kyllä
		pikkukuvien näyttäminen	Kyllä
		Täyden ruudun venytys	Kyllä
		Kuvaesitykset	Kyllä
	Audio	Hallitsee ja soittaa MP3:a	Kyllä. MP3-lisenssin tulee kuulua ostohintaan.

Laitteen tulee tukea Adobe DRM -suojattua ePub- ja PDF-sisältöä Adobe ADE:n kautta siirrettynä tai OTA:na (Over The Air) siirrettynä. Tällöin laitteen tulee mahdollistaa käyttäjän kirjautuminen Adoben palvelimelle OTA:n kautta ilman, että käyttäjä joutuu kytkemään lukulaitetta tietokoneeseen tai muuhun laitteeseen. Laitteen tulee tukea myös vesileimattua sisältöä ilman, että se aiheuttaa minkäänlaista huonoa käyttökoke-
musta käyttäjälle. Esimerkiksi MP3-äänikirjasta ei saa kuulua käyttäjälle minkäänlaista ylimääräistä ääntä.

6 Johtopäätökset ja tulevaisuus

Vuonna 2012 eletään rikasta aikaa elektronisten lukulaitteiden osalta: julkaistaan erilaisia näyttötekniikoita ja markkinoille tulee paljon lisää valmistajia, joiden ansiosta kilpailu lisääntyy ja lukulaitteiden komponenttien kysyntä kasvaa. Tämä taas todennäköisesti laskee komponenttien hintoja, ja se näkyy myös kuluttajalle hinnan laskuna.

Insinööriyön tuloksena syntyi määritelmä parhaasta mahdollisesta komponenttien kokoonpanosta, jolla taataan hyvä käyttökokemus lukemisen ja kirjojen ostamisen osalta Elisa Kirja -palvelusta. Määritelmässä on myös otettu huomioon hinta-laatusuhteelta hyvä kokoonpano kuitenkin niin, että käyttökokemus ei kärsi hinnan suhteen. Määritelmässä on otettava huomioon nykytekniikan kehitymisvauhti ja markkinoiden trendi lukulaitteiden suhteen, joten määritelmä on hyvä tarkistaa muutaman vuoden päästä uudelleen. Jos lukulaitteiden trendi lähtee kasvuun, se tarkoittaa hyvin todennäköisesti, että komponenttien valmistus halpenee massatuotannon kasvaessa. Tekniikan kehitys keskittyy voimakkaimmin lukulaitteiden näyttötekniikkaan, sillä näyttötekniikat ovat vielä alkukantaisia; esimerkiksi elektroniset mustenäytöt ovat hitaita ja sen takia ne eivät tue rikasta sisältöä. On kuitenkin erittäin todennäköistä, että sähköisen kirjan rikas sisältö yleistyy tulevaisuudessa.

Tutkimusten ja erilaisten konseptien perusteella myydyimmät lukulaitteet tulevat siten, että jokin kirjakauppa räätälöi itse lukulaitteen yhteensopivaksi oman kirjakaupansa kanssa. Näin käyttäjän olisi mahdollisimman helppo ostaa sähköinen kirja lukulaitteeseen. Lukulaitetta on paljon helpompi myydä, jos sen sisään on rakennettu kirjakauppa, josta voidaan suoraan ostaa kirjat laitteeseen. Tutkimus on myös osoittanut, että jos valmistetaan pelkkiä lukulaitteita ilman minkäänlaista palvelua, laite hukkuu massaan eikä erotu juuri mitenkään massasta loppukäyttäjälle.

Ajatukseltaan lukulaite on todella merkittävä, koska se pystyy jäljittelemään oikeata mustetta paperilla ja saa lukemisen tuntumaan hyvältä sähköisessä muodossa. Laitetta voidaan kuitenkin pitää epäonnistuneena hintansa takia. Moni käyttäjä pitää sitä epäonnistuneena myös sen takia, että se ei pysty samoihin asioihin kuin tabletit.

Oma näkemykseni lukulaitteista on se, että tarvetta laitteelle on, mutta markkinat ovat todella pienet ja oikeaa kohderyhmää on todella hankala tavoittaa. Pakkaa ovat myös tulleet sekoittamaan tabletit, joita aukottomasti verrataan lukulaitteisiin, vaikka ei pitäisi. Tablettien käyttötarkoitus kuitenkin on eri kuin elektronisen lukulaitteen. Laite on myös erittäin kallis ajatellen tavallista kuluttajaa. Huonoimmilla varusteluilla lukulaitetta saa 100 eurolla ja kalleimmillaan 500 eurolla. Nyt markkinoille tulleiden tablettien hinnat liikkuvat samoissa luokissa. On todella vaikea saada käyttäjä hankkimaan lukulaitetta, koska sitä verrataan tablettiin, joka liikkuu samoissa hinnoissa. Uskon, että nyt ollaan todella lähellä lukulaitteen suosiohuippua, ja vuonna 2012 ollaan huipulla, jonka jälkeen laitteen suosio romahtaa tablettien vuoksi, jotka väistämättä korvaavat lukulaitteet.

Uskallan kuitenkin väittää, että tabletit eivät koskaan pysty antamaan samanlaista lukukokemusta kuin lukulaitteet, jotka toimivat e-musteella. Tutkimusten mukaan taustavalo rasittaa silmiä, mikä saa silmät tuntumaan väsyneiltä, ja kun silmät väsyvät, ne alkavat harhailla tekstissä tai niitä alkaa särkeä.

Lukulaitteen huono puoli on siinä, että e-muste on suhteellisen uusi keksintö, eikä sitä valmista kuin muutama tehdas, mikä pitää hinnat korkeina. Kun laitteen näytön hinta on korkea, se näkyy myös väistämättä kuluttajahinnoissa.

Uskon myös, että painettua kirjaa tuskin koskaan korvataan kokonaan. Painetussa kirjassa on enemmän itseisarvoa kuin sähköisessä. Painettu kirja voi tuoksua, tuntua ja kuulua. Sähköinen kirja taas on aina samanlainen ilman mainittuja ominaisuuksia. Sähköisen kirjan tarkoitus on helpottaa kirjojen saamista ja lukemista, sillä sähköinen kirja voi olla yhdellä palvelimella, mistä sen voi ladata äärettömiä kertoja ilman, että se koskaan loppuu.

Lähteet

- 1 Elisan organisaatio. 2012. Verkkodokumentti. Elisa Oyj.
<http://www.elisa.fi/ir/docimages/doc/elisa_organisaatio220410.gif> 2012. Luettu 23.4.2012.
- 2 Poynder, Richard. 2006. Interview with Michael Hart. Verkkodokumentti. Poynders Blog. <<http://poynder.blogspot.com/2006/03/interview-with-michael-hart.html>> 2006. Luettu 15.2.2011.
- 3 Sheehy, Andrew. 2011. Digital Media Insight. Tutkimus.
- 4 Coker, Mark. 2010. Suosituimmat e-kirjaformatit vuonna 2010. Verkkodokumentti. <http://1.bp.blogspot.com/_d_yxMc3N2xs/S3MtZpEx_YI/AAAAAAAAAcs/B_nrAH4dF5M/s320/mostpopular+ebook+formats+2010.jpg> Luettu 18.4.2011.
- 5 The history of PDF. 2011. Verkkodokumentti. Prepressure.
<<http://www.prepressure.com/pdf/basics/history>> Luettu 19.4.2012
- 6 Karisola, Ninni. 2010. Konsultti, Elisa Oyj, Helsinki. Konsultointi 3.12.2010.
- 7 Salmén, Tero 2010. Sähkökirjat. Verkkodokumentti. Metropolian Ammattikorkeakoulu. <<https://publications.theseus.fi/handle/10024/16188>> Luettu 29.11.2011
- 8 FAQ. 2009. Verkkodokumentti. Adobe.
<<http://www.adobe.com/products/digitaleditions/faq/>> Updated 14.7.2009. Luettu 15.2.2011.
- 9 Kronlund, Jonas. 2011. Teknologiapäällikkö, Elisa Oyj, Helsinki. Keskustelu 3.2.2011.
- 10 Kustantaja. 2010. Helsinki. Neuvottelu 17.10.2010. (Kustantaja ei halua nimeä julkaistavan.)
- 11 E-ink-tekniikka - Kaikki mitä sinun tarvitsee tietää. Verkkodokumentti. Infosum. <<http://www.infosum.net/fi/hardware/e-ink-technology-all-you-need-to-know.html>> Luettu 15.2.2011.
- 12 Sormitietokone voitti HS:n nimikilpailun. 2012. Verkkodokumentti. Helsingin Sanomat.
<<http://www.hs.fi/talous/artikkeli/Sormitietokone+voitti+HSn+nimikilpailun/1135262607064>> Luettu 23.4.2012.
- 13 Kukkonen, Joonas. 2012. Sovelluskehittäjä, Elisa Oyj, Helsinki. Keskustelu 3.2.2012.
- 14 Pearl vs Vizplex: Are the new high contrast Pearl screens overrated? 2010. Verkkodokumentti. The ebook reader blog. <<http://blog.the-ebook-reader.com/2010/09/21/pearl-vs-vizplex-are-the-new-high-contrast-pearl-screens-overrated/>> 21.9.2010. Luettu 15.2.2011.

- 15 Sipix vs E ink – eReader screen technologies compared. 2010. Verkkodokumentti. The ebook reader blog. <<http://blog.the-ebook-reader.com/2010/11/03/sipix-vs-e-ink-ereader-screen-technologies-compared/>> 3.11.2010. Luettu 15.2.2011.
- 16 Mirasol how it works. 2011. Verkkodokumentti. Qualcomm. <<http://www.mirasoldisplays.com/how-it-works>> Luettu 15.2.2011.
- 17 Dan, Kim. 2010. Chairman, Onyx-international, Kiina, Guanzhou. Keskustelu 18.8.2010.
- 18 Rantala, Jussi. 2007. Suorakäyttöinen kaavioeditorisovellus interaktiivisille tussitauluille. Pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto. (http://www.cs.uta.fi/research/theses/masters/Rantala_Jussi.pdf)
- 19 Zhu, John. 2011. Toimitusjohtaja, Onyx-international, Kiina, Guanzhou. Keskustelu 9.6.2011.
- 20 Comparing embedded processors. 2011. Verkkodokumentti. EE|Times. <<http://www.eetimes.com/discussion/analyst-s-corner/4025062/Comparing-embedded-processors/>> Luettu 29.11.2011.
- 21 What is 3G service? 2011. Verkkodokumentti. Wisegeek. <<http://www.wisegeek.com/what-is-3g-service.htm/>>. Luettu 29.11.2011.
- 22 How Wi-Fi Roaming Really Works. Verkkodokumentti. Wireless net ltd. <http://www.wireless-nets.com/resources/tutorials/how_roaming_works.html/>. Luettu 29.11.2011.
- 23 Make a Wireless connection. 2011. Verkkodokumentti. Hewlett Packard. <http://www.hp.com/sbso/images/oov/productivity/howto/wireless_lan/make_wireless_connection.jpg/> 2011. Luettu 29.11.2011.
- 24 Integroidusta led valosta. 2011. Verkkodokumentti. Computer Shopper. <http://computershopper.com/var/ezwebin_site/storage/images/media/images/sony-prs-700bc-light/275817-1-eng-US/sony-prs-700bc-light_large.jpg> Luettu 23.4.2012.
- 25 Sonyn kehittämä kansi lasivalolla. 2011. Verkkodokumentti. <http://di1-2.shoppingshadow.com/images/pi/ab/18/e4/85052342-260x260-0-0_Sony+Prs+acl1+Cover+With+Light+For+Sony+Reader+Ebo.jpg> Luettu 23.4.2012.
- 26 Yö valo integroituna kanteen. 2011. Verkkodokumentti. Itech News. <<http://www.itechnews.net/wp-content/uploads/2010/08/Periscope-Flip-Cover+Light-for-Amazon-Kindle-DX.jpg>> Luettu 23.4.2012.
- 27 Klipsi valo. 2012. Verkkodokumentti. <<http://images.mobilefun.co.uk/graphics/300pixelp/22116.jpg>> Luettu 14.5.2012.